



TITLE:

固体ヘリウム中の超音波伝播(「ヘリウムの物性-光散乱を中心に-」,物性研究所短期研究会報告)

AUTHOR(S):

比企, 能夫

CITATION:

比企, 能夫. 固体ヘリウム中の超音波伝播(「ヘリウムの物性-光散乱を中心に-」,物性研究所短期研究会報告). 物性研究 1974, 21(4): G49-G51

ISSUE DATE:

1974-01-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/88706>

RIGHT:

たと思う。これまでの理論との関連について附加えるならば、 He^4 の理論に対しては概念の変更を提案するだけで、二流体理論など実際の計算にはほとんど変更を要しない。ただこのような模型を用いれば、これまで理論的に取扱われなかった多くの性質が計算でき、また実験に合うように決めるパラメーターは含まれなくなる。 He^3 の場合には Fermi 粒子の数は空格子点の数であり、Landau の理論で自明とされた仮定を変更しなければならない。これによって有効質量にしろよせされていた無理は取除かれるように思われる。

文 献

- 1) H. Suzuki ; J. Phys. Soc. Japan, 35(1973)1472.
- 2) S. Mizushima ; J. Phys. Soc. Japan, 15(1960)70.
- 3) A. Ookawa ; J. Phys. Soc. Japan, 15(1960)2191.
- 4) D. G. Henshaw ; Phys. Rev. 119(1960)9.
- 5) A. F. Andreev & I. M. Lifshitz : Sov. Phys.-JETP, 29(1969)1107.
- 6) J. H. Hetherington : Phys. Rev. 176(1968)231.

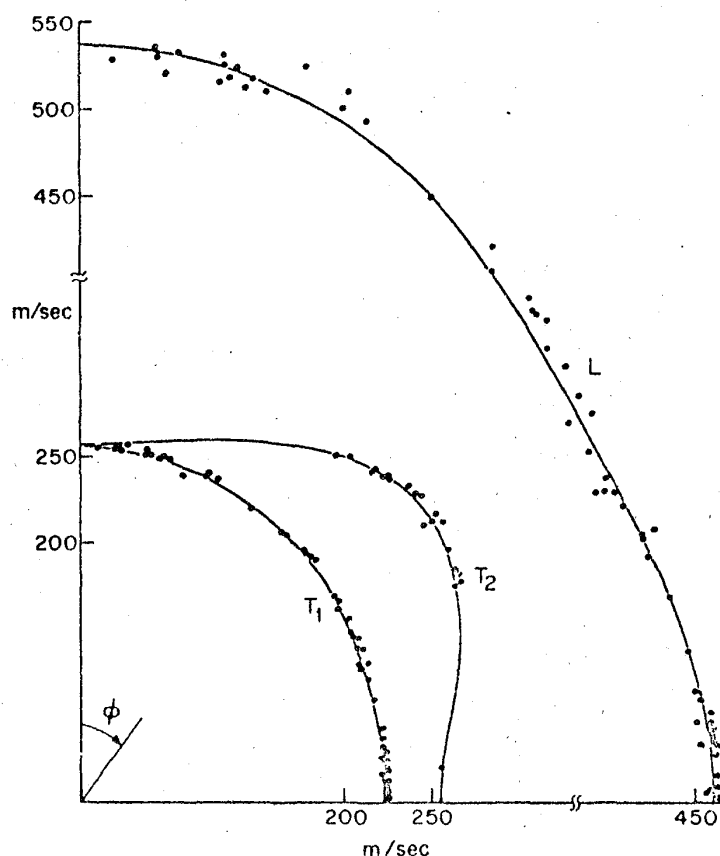
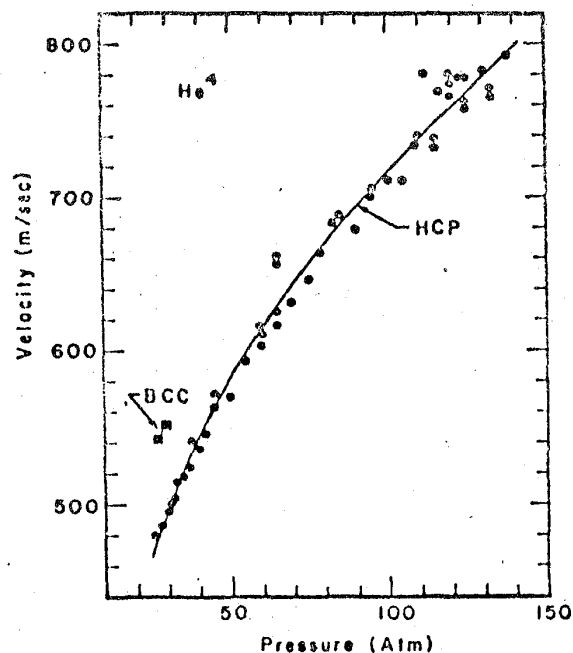
固体ヘリウム中の超音波伝播

東工大理 比 企 能 夫

固体ヘリウムは、その原子間ポテンシャルの特異性から考えて、格子振動が著しく非調和的であると想像される。この特性はその音響的性質に大きく反映すると思われる。例えば、下図は音速の圧力変化のデータである (Vignos et al. : Phys. Rev. 147(1966)185)。一般に3次の非調和性(ポテンシャルの変位についての3次の項までかんがえる)の範囲では、音速は圧力に比例して変化し、通常の結晶では実際そのようになるが、固体ヘリウムでは更に高次の非調和性の考慮が必要なことをこのデータは

示している。結晶中の超音波の減衰は、その一部が音響フォノン-熱フォノン間の相互作用に原因するが、固体ヘリウムの場合、大きい非調和性は強いフォノン間相互作用を生じ、特異な現象を結果する可能性がある。次に、固体ヘリウム中の格子欠陥、特に結晶転位の性質も、通常の結晶中のそれとは著しく異なる可能性があり、非常に興味深い。転位の動的性質については、超音波減衰の実験から多くの知識が得られる。上記のような目的をもって、我々は固体ヘリウム中の超音波減衰の研究を計画している。

さしあたって He^4 の hcp 相結晶について実験する予定である。完全度をコントロールしながら単結晶を作製するだけでも相当の困難が伴うと思われるが、超音波減衰の測定自身が結晶の完全度の目安を与える。更に結晶方位の決定（これまで、光学的方法か X 線が用いられている）には、音速の測定が利用できる。附図は音速のデータ（Crepeau et al.: Phys. Rev. A3 (1971) 1162）であるが、縦、横波音速の測定から逆に試料軸と c 軸とのなす角 ϕ が求まる筈である。超音波の音速、減衰の測定にはパルス反射法を利用



する予定である。

完全結晶（転位、点欠陥を含まないもの）中の減衰の測定からは、次のような情報が得られる。減衰 α の温度 T 、周波数 ω についての依存性から、例えば3フォノン過程が優越するならば、 $\alpha \propto \omega T^4$ となるなど、生じているフォノン間相互作用の種類と大きさについて知ることが出来る。これは、通常の結晶ないし液体ヘリウムの場合と同様である。

転位を含む結晶については、ごく基本的な事柄から始める必要がある。例えば、転位が一定のすべり面、すべり方向を有するかどうかについての判定は、減衰の結晶方位依存性から知られる筈である。更に転位と熱フォノンの相互作用についての情報は、減衰の周波数依存性から得られる。転位が結晶中を運動するとき、その速度に比例する抵抗力が働くと考えるが、上記の相互作用がその大きさを決定する。超音波減衰の測定結果の解析からこの抵抗力が求まり、それについての理論との比較が可能となる。他の種類の実験として、転位と点欠陥との相互作用に関するものが考えられる。点欠陥として導入可能なものとしては、空格子点、 He^3 原子などがあるが、これらが転位と共存するときの超音波減衰の測定から、多くの興味ある結果が得られると思われる。

$\text{He}^3 - \text{He}^4$ 混合系の NMR

京大・理 平井 章，水崎隆雄，福田耕治，
平良 豊，前川 覚

我々の研究グループにおけるこの一年間の研究の進展状況について報告する。

(1) $\text{He}^3 - \text{He}^4$ 混合液の NMR

1-a) スピン拡散係数の測定

我々は NMR 法による一連のヘリウムに関する研究の手始めに稀薄 $\text{He}^3 - \text{He}^4$ 混合液中の He^3 のスピン拡散係数 (D_s) の測定をとりあげた。 D_s は Carr-Purcell の方法を